

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Descripción Morfológica de Ocho Híbridos Apomícticos Seleccionados de Zacate  
Buffel (*Pennisetum ciliare* L.)

Por:

**MARCO ANTONIO CUETO LÓPEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Descripción Morfológica de Ocho Híbridos Apomíticos Seleccionados de Zacate  
Buffel (*Pennisetum ciliare* L.)

Por:

**MARCO ANTONIO CUETO LÓPEZ**

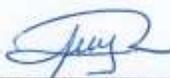
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dra. Susana Gómez Martínez  
Asesora Principal

  
Dr. Juan Manuel Martínez Reyna  
Coasesor

  
Dra. Martha Gómez Martínez  
Coasesor

  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2022

## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante

Marco Antonio Cueto López

C. Marco Antonio Cueto López

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Quien es la fuente de voluntad, fuerza y esperanza para empezar, continuar y terminar las metas propuestas.

A mi **Alma Terra Mater**, la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** y al **Departamento De Fitomejoramiento**, por brindarme la oportunidad de forjarme como un profesional en esta gloriosa institución.

### **A mis padres, Juliana López Hernández y José Antonio Cueto Sandoval**

Quienes me han criado con amor incondicional, por guiarme por un buen camino, por apoyarme tanto económica como emocionalmente para lograr mis metas, por brindarme un hogar, por los consejos y correcciones que forjaron al hombre que soy, por estar ahí cuando los necesito.

### **A la Dra. Susana Gómez Martínez**

Por ser una gran asesora, quien como maestra me brindó conocimientos, con paciencia me ayudó, guió y apoyó en mi formación académica, por su comprensión en los momentos que se me dificultaban.

A mis coasesores el **Dr. Juan Manuel Martínez Reyna** y **Dra. Martha Gómez Martínez**, por el tiempo y apoyo dedicado a esta investigación.

## DEDICATORIA

A mis Padres **Juliana López Hernández** y **José Antonio Cueto Sandoval**

Que, por ellos, esto es posible ya que son el principal apoyo y pilar de la familia al igual tanto para mi formación profesional como personal, ellos son los primeros en reconocer mis logros. Con dedicatoria para ellos ya que he observado todos sus esfuerzos y sacrificios los cuales fueron desde desveladas y madrugadas hasta pérdida de paciencia y problemas escolares, como económicos para lograr concluir mis estudios. Mi intención de hacer ver que recibí la herencia que con amor me dieron a pesar de no ser el hijo perfecto.

A **Patsy Dayana Guerrero Espinoza**

Quien con su amor y cariño me ha apoyado, por estar conmigo en los mejores e incluso en los peores momentos, por ayudarme cuando lo necesito, por ser la luz y acompañarme en mis proyectos, por dedicarme su tiempo.

A mi **hija Elaine Victoria Cueto Guerrero**

Quien es mi motivación para lograr todas mis metas, por el inmenso amor que le tengo y producir en mí la necesidad de verla sonreír dando lo mejor de mí.

A mi abuela paterna **María del Carmen Sandoval**

Quien siempre está al pendiente y se preocupa por mí y mi familia, por su apoyo moral con sus grandes y sabios consejos que con cariño me entregó. Para mi abuelo materno **Rafael López Mundo** quien, con sus enseñanzas y motivación en el trabajo, logra transmitir la fuerza, orgullo, dedicación y constancia para alcanzar los propósitos deseados por más simples o complejos que sean. Deseo que estén orgullosos de mí.

Para mis abuelos **Emilio Cueto** y **Eliza Hernández**, mis tíos **Luis** y **Chelo** quienes lamentablemente ya no se encuentran con nosotros, pero que, me lograron transmitir cariño, superación y confianza en mí, descansen en paz.

A mis **hermanas, Carmen Julia y Cindy Janeth Cueto López**

Por formar parte de mi vida, y apoyarme en los momentos que las necesito, por los consejos y cariño de su parte.

A mis **amigos y compañeros**

Quienes me ayudaron a formarme como persona con sus consejos, apoyo y amistad, por las experiencias dentro de las instituciones de educación, trabajo y en la vida cotidiana, en especial a: **Miguel Larios, José Luis Alas, Leonardo Ortiz, Marco López, Rosa Roblero, Yuri Marilú Piceno y Manuel Leal**, quienes sin dudarlo me brindan su apoyo incondicional y en su momento me han ayudado a salir adelante.

A mis **familiares**, por apoyarme a mí y a mis padres, en especial a mi tío **Rafael López**, agradezco el cariño que nos tienen y el amor y cuidado que le brindan a mi hija.

## ÍNDICE DE CONTENIDO GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Objetivos</b> .....	3
<b>Hipótesis</b> .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
<b>Importancia del Zacate Buffel</b> .....	4
<b>Usos del Zacate Buffel</b> .....	5
<b>Origen y Distribución</b> .....	5
<b>Clasificación Taxonómica</b> .....	6
<b>Descripción Morfológica</b> .....	7
<b>Sistema Radicular</b> .....	7
<b>Tallos</b> .....	8
<b>Hojas</b> .....	8
<b>Inflorescencias</b> .....	8
<b>Condiciones Agroecológicas</b> .....	9
<b>Reproducción del Zacate Buffel</b> .....	10
<b>Apomixis</b> .....	11
<b>Título de Obtentor</b> .....	11
<b>Derechos de Obtentor</b> .....	11
<b>Protección de Variedades Vegetales</b> .....	13
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
<b>Características Geográficas del Sitio Experimental.</b> .....	14
<b>Material Genético</b> .....	14
<b>Híbridos Apomícticos de Zacate Buffel Evaluados</b> .....	15

<b>Buffel Común (T-4464)</b> .....	15
<b>Metodología</b> .....	15
<b>Siembra</b> .....	15
<b>Trasplante</b> .....	15
<b>Riegos y Fertilizaciones</b> .....	16
<b>Variables Registradas</b> .....	16
<b>Descriptores Morfológicos de la Inflorescencia</b> .....	16
<b>Descriptores Morfológicos del Tallo y Hoja</b> .....	17
<b>Diseño Experimental</b> .....	19
<b>Análisis Estadístico</b> .....	19
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	20
<b>Producción de Panículas por Planta (PP)</b> .....	20
<b>Descriptores Morfológicos de la Inflorescencia</b> .....	22
<b>Longitud de Panícula (LP)</b> .....	22
<b>Número y Peso de Involucros por Panícula (NI y PI)</b> .....	23
<b>Densidad de Panícula (DP)</b> .....	25
<b>Longitud de la Cerda más Larga (LCL)</b> .....	26
<b>Descriptores Morfológicos del Tallo y Hoja de Zacate Buffel</b> .....	27
<b>Longitud del Entrenudo Superior (LES)</b> .....	27
<b>Longitud de Entrenudos (LE) y Número de Nudos (NN)</b> .....	28
<b>Grosor de Nudos (GN)</b> .....	29
<b>Longitud del Tallo más Alto (LTMA)</b> .....	30
<b>Altura de Planta (AP)</b> .....	31
<b>Longitud y Ancho de la Hoja Bandera (LHB y AHB)</b> .....	33
<b>Longitud y Ancho de la Lámina Media (LLM y ALM)</b> .....	35
<b>Ramificaciones del Tallo Principal</b> .....	35
<b>Peso de Forraje Seco</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	40

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadrados medios del número de panículas por planta de nueve genotipos de zacate buffel en cuatro evaluaciones. Saltillo, Coah. 2018.....	20
Cuadro 2. Comparación de medias del número de panículas por planta en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	21
Cuadro 3. Cuadrados medios de longitud de panícula, número y peso de involucros por panícula de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.....	23
Cuadro 4. Comparación de medias de longitud de panícula (LP), número y peso de involucros por panícula (NI y PI) en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.....	24
Cuadro 5. Cuadrados medios de densidad de panícula y longitud de la cerda más larga en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	25
Cuadro 6. Comparación de medias de densidad de panícula (DP) y longitud de la cerda más larga (LCL) de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	26
Cuadro 7. Cuadrados medios de longitud del entrenudo superior, longitud de entrenudos, números de nudos y grosor de nudos del tallo más alto de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	27
Cuadro 8. Comparación de medias de longitud del entrenudo superior (LES), longitud de entrenudos (LE), número de nudos (NN) y grosor de nudos (GN) en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	28
Cuadro 9. Cuadrados medios de dos evaluaciones de longitud del tallo más alto de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	30
Cuadro 10. Comparación de medias de dos evaluaciones de longitud del tallo más alto de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	31
Cuadro 11. Cuadrados medios de dos evaluaciones de altura de planta de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	32
Cuadro 12. Comparación de medias de altura de planta en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.....	33
Cuadro 13. Cuadrados medios de longitud y ancho de hoja bandera, longitud y ancho de lámina media de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	34
Cuadro 14. Comparación de medias de longitud y ancho de la hoja bandera (LHB, AHB), longitud y ancho de la lámina media (LLM, ALM) de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	34
Cuadro 15. Cuadrados medios de número de macollos y forraje seco en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018. ....	36
Cuadro 16. Comparación de medias de número de macollos y peso de forraje seco de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.....	37

## **Descripción Morfológica de Ocho Híbridos Apomícticos Seleccionados de Zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L.)**

### **RESUMEN**

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) ha forjado un papel importante dentro de la industria forrajera, siendo una especie completa para la ganadería extensiva en el norte y noroeste de México, debido a su alta capacidad de producción de biomasa y de semilla en ambientes medianamente extremos, aportando alto contenido de nutrientes en la alimentación ganadera. Esta especie es utilizada también para el control de la erosión del suelo en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas del mundo. El cambio climático global en los últimos años ha producido alteraciones en los patrones generales del clima, que generan cambios en variables atmosféricas como la precipitación y la temperatura, si bien estas alteraciones son normales en la climatología terrestre, el problema estriba en la rapidez con que estos cambios se están suscitando en los últimos años, sin dar tiempo a los seres vivos para adaptarse a ellos. Por consecuencia complica la producción agrícola de forma alarmante, esto lleva a la búsqueda de especies con las características morfológicas adecuadas para desarrollarse bajo estas condiciones de estrés. Dentro de la UAAAN, en el Programa de Pastos del Departamento de Fitomejoramiento, se ha realizado mejoramiento genético en zacate buffel que ha permitido generar y seleccionar híbridos apomícticos que superan en características agronómicas a la variedad Común. El objetivo de la presente investigación fue caracterizar morfológicamente ocho híbridos apomícticos de zacate buffel y detectar aquellos que se distinguen de la variedad Común

La investigación se llevó a cabo en Saltillo, Coahuila, se sembraron cariósides de nueve genotipos de zacate buffel en cajas de nieve seca. El trasplante se realizó en agosto de 2018 a macetas de plástico negro que contenían peat moss como medio de crecimiento. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con ocho híbridos apomícticos y la variedad Común como testigo, con cinco repeticiones, las

unidades experimentales constaron de cinco macetas. Se registraron los descriptores morfológicos del tallo más alto: longitud del entrenudo superior, longitud del tallo más alto, número de ramificaciones, número de nudos, longitud de entrenudos, grosor de los nudos, longitud y ancho de la hoja media y longitud y ancho de la hoja bandera y la altura de planta. Los descriptores de la inflorescencia registrados fueron: número de panículas por planta, longitud de panícula, número y peso de involucros por panícula, densidad de panícula y longitud de la cerda más larga, se determinó la biomasa seca. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias DMS ( $\alpha = 0.05$ ). En las variables altura de planta y longitud del tallo más alto Común ocupó el último lugar y se distinguió de seis y siete híbridos respectivamente. En longitud del entrenudo superior Común ocupó el octavo lugar con 16.9 cm y se distinguió de tres híbridos. Los análisis de varianza para longitud de entrenudos, número de nudos y grosor de los nudos detectaron diferencias estadísticas entre genotipos, en estas variables Común se distinguió de 4, 8 y 1 híbridos respectivamente. Común con un valor de 6.6 obtuvo el último lugar en el número de nudos. La longitud y ancho de la hoja bandera permitieron distinguir a Común de dos híbridos. El tallo principal de Común obtuvo el mayor número de ramificaciones (4.7) y se distinguió de tres híbridos en esta variable. Todos los descriptores morfológicos de la inflorescencia: longitud de panícula, número de involucros, densidad de la panícula y longitud de la cerda más larga, excepto el peso de involucros, permitieron a los híbridos distinguirse de Común. Los análisis de varianza para el número de inflorescencias por planta en las cuatro fechas de evaluación detectaron diferencias estadísticas entre genotipos. Se concluye que todos los híbridos evaluados se distinguen de Común en al menos una característica. La producción de panículas de los híbridos es buena, lo que asegura una buena producción de semilla. Las variables evaluadas tienen una relación directa con la producción de semilla y materia seca, lo que permitió seleccionar a los híbridos HA-H, HA-E y HA-I como variedades potenciales.

**Palabras clave:** Descriptores morfológicos, híbridos apomícticos, inflorescencias, macollos, *Penisetum ciliare*.

## INTRODUCCIÓN

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es una gramínea perenne amacollada de crecimiento de verano, nativa del sur de África. Es una especie muy importante en el norte y noroeste de México, debido a que es especialmente tolerante a las sequías periódicas que son características de estas regiones, es altamente productivo, muy digestible, y preferido por el ganado, ha demostrado su habilidad para establecerse, persistir, y producir bajo condiciones climáticas adversas (López-Chuken y López-Domínguez, 2015). El 95% de la superficie ocupada con zacate buffel pertenece a la variedad Común.

Su alto potencial de rendimiento es una de las principales cualidades, ya que produce entre 2 y 10 veces más forraje que los pastizales nativos (Hanselka, 1988). Ha resultado muy atractivo para siembras de praderas en pastizales deteriorados debido a que es una especie de fácil establecimiento, resistente a las sequías, hábito de crecimiento agresivo, y resistente al pastoreo (Hussey, 1985). Además de ser excelente fuente de forraje para producir carne, leche y lana, produce buenas cantidades de semilla que representan un producto extra para el ganadero, aumentando los ingresos del productor para el desarrollo de una ganadería más rentable (CIPEJ, 1991). Otra cualidad que hace atractivo al zacate buffel es su calidad nutricional, ya que es mayor que otras especies forrajeras, pero esta varía y depende en gran medida de su madurez, del genotipo, del estado fisiológico, de las prácticas de manejo y del clima en donde se cultive (García *et al.*, 2003).

La emisión constante de contaminantes por el ser humano, han causado daños desde nivel local hasta inducir el cambio climático que es considerado actualmente uno de los principales problemas a nivel mundial y cuyos efectos causan un aumento a la temperatura del planeta, deshielo en el Ártico y crecimiento del nivel promedio del mar.

Dentro de las principales causas del cambio climático, es la alta concentración de gases de efecto invernadero como: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el ozono (O<sub>3</sub>) en la estratosfera y troposfera (Houghton *et al.*, 1996). Una de las regiones de nuestro país más vulnerables al cambio climático es el desierto Chihuahuense, se predice un incremento de 2° C de la temperatura y una disminución de 100 mm en la precipitación anual (Towsend *et al.*, 2002).

Las plantas al secuestrar carbono (C) por medio del proceso fotosintético, contribuyen de una manera importante en la mitigación de las emisiones del CO<sub>2</sub>. El establecimiento de especies adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas adversas de las zonas áridas es una de las alternativas para disminuir las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>. Ortega-Ochoa (2012) menciona que los pastizales de zonas áridas contribuyen a mitigar estas emisiones, debido a su adaptación a condiciones climáticas adversas, además de que reducen la erosión hídrica y eólica, recarga de mantos acuíferos y mejoramiento de hábitats para fauna silvestre.

El zacate buffel (*P. ciliare*), es una especie que se ha naturalizado bajo las condiciones edáficas y climáticas de nuestro país y debido a su proceso fotosintético C4 y su profundo sistema radicular tiene una mayor capacidad para secuestrar carbono. Es una excelente especie forrajera que se utiliza en la ganadería extensiva del norte de México, por sus características agronómicas deseables.

El Programa de Pastos de la UAAAN ha generado, evaluado y seleccionado híbridos apomíticos de zacate buffel, con buenas características agronómicas superiores a la variedad Común que pueden ser variedades potenciales. Estos híbridos deben de ser caracterizados morfológicamente y compararlos con la variedad más utilizada, para su posible registro ante el SNICS. Por lo anterior, la presente investigación se realizó con los siguientes objetivos.

## **Objetivos**

Caracterizar morfológicamente híbridos apomícticos de zacate buffel con buenas características agronómicas.

Identificar los descriptores morfológicos que permitan distinguir los híbridos apomícticos de la variedad Común.

Obtener una variedad genética de zacate buffel con mejores características que la variedad Común.

## **Hipótesis**

La caracterización morfológica permitirá distinguir al menos un híbrido apomíctico de la variedad Común.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Importancia del Zacate Buffel**

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es una especie de crecimiento de verano con fotoperíodo C4, se considera una de las mejores gramíneas forrajeras del subtrópico de África. Es ampliamente utilizada en regiones áridas, semiáridas y desérticas del mundo (Dixon y Coates, 2010; Silva *et al.*, 2011; Marshall *et al.*, 2012).

En África del Sur esta especie está considerada como un zacate valioso para heno y pastoreo en las regiones más secas y de agricultura extensiva, las cuales se extienden desde el desierto del Karoo, a través de la Provincia del Transvaal (Whyte *et al.*, 1959).

Akerman y Gordon (1991) mencionan que probablemente ninguna innovación tecnológica ha tenido el impacto sobre la industria pecuaria del sur de Texas y del norte de México, que tuvo la introducción y establecimiento del zacate buffel Común. Su introducción aumentó la productividad forrajera al incrementar la carga de 12 a 4 ha por unidad animal (García *et al.*, 2003). Esto significa que este zacate es capaz de triplicar la producción promedio de los pastizales nativos. Se considera a esta forrajera como la más importante para la ganadería extensiva del noreste de México, tanto por la superficie que ocupa, como por su aportación económica (García, 1991; Woodward, 1980). Además, soporta períodos largos de sequía y ha probado tener una calidad nutricional por encima o comparable al promedio de los zacates de clima cálido (Holt, 1985). Es también altamente productivo, de buena calidad nutritiva, muy digestible, y de buena aceptación por el ganado.

El zacate buffel (*P. ciliare* L.) es la especie de mayor importancia en las praderas de las regiones áridas y semiáridas del noreste de México, donde predomina la variedad Común en más de 95 % de la superficie; esta especie representa una alternativa para

mejorar la productividad de los agostaderos, en especial en aquellas áreas donde los pastos nativos han desaparecido debido a sequías prolongadas y/o al sobrepastoreo (García *et al.*, 2003; Loredó *et al.*, 2004).

Se han reportado valores de proteína cruda de 7.26 a 9.82% y una digestibilidad de 51.93 a 64.32%, mencionando que estos valores varían con la etapa fenológica (Osuna, 1986). Gutiérrez (2011) reporta la digestibilidad *in vitro* de nueve variedades de zacate buffel en siete tiempos de incubación. El rango en el coeficiente de digestibilidad fue de 49.24 a 54.19% para B-1S y Biloela respectivamente. El coeficiente de digestibilidad fue de 32.2 a 79.9% para 6 y 48 h de incubación respectivamente. La digestibilidad promedio de siete tiempos de incubación y nueve variedades fue de 52%.

### **Usos del Zacate Buffel**

El zacate buffel fue introducido al continente americano con el objetivo de recuperar los pastizales degradados, fue rápidamente aceptado y cultivado por su facilidad de establecimiento debido a que es tolerante a la sequía y soporta el pastoreo intensivo (Marshall *et al.*, 2012; Quiroga *et al.*, 2013). Se utiliza también para el control de la erosión en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas del mundo (CABI, 2014).

Se ha reportado su impacto en los procesos hidrológicos del suelo, donde se ha establecido esta especie. Al evaluar el efecto de la altura de corte (0, 20 y 40 cm) sobre el suelo de diferentes especies de pastos, se ha observado que en las praderas con zacate buffel se obtuvo la mayor influencia sobre el mejoramiento de las propiedades hidrológicas del suelo (infiltración y escurrimiento superficial) (Mganga *et al.*, 2010).

### **Origen y Distribución**

En el continente Africano existe una gran variabilidad genética por lo que es considerado como el centro de origen de varias especies del género *Pennisetum* (Gutiérrez *et al.*, 2009; Burson *et al.*, 2012). Se reporta al zacate buffel como nativo de

África Ecuatorial, África del Sur, de las regiones cálidas de India e Indonesia (Ayerza, 1981). Otros autores consideran a Sudáfrica como centro de origen del zacate buffel (Bashaw, 1985). El zacate buffel se distribuye en forma natural entre los 30° de latitud norte y 30° de latitud sur, y ha mostrado buen potencial a 34° de latitud sur en Australia (Flemons y Whalley, 1958).

El zacate buffel se introdujo al estado de Texas (EUA) entre los años 1930 y 1940 (Cox *et al.*, 1988), se ha dispersado abundantemente en distintas regiones del mundo por acción antropogénica, ya sea intencional o accidentalmente (Alcalá-Galván, 1995). Marshall *et al.* (2012) mencionan que se encuentra ampliamente distribuido en los pastizales áridos, tropicales y subtropicales de todo el mundo.

En la República Mexicana fue introducido al estado de Nuevo León en los años 50 por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y posteriormente a otros estados (González, 1991). Se ha adaptado en el norte y noroeste de México, particularmente en el estado de Tamaulipas (Conde *et al.*, 2011). Se ha distribuido en los estados de Aguascalientes, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas. También se le reporta en las Islas Marías (Mondragón *et al.*, 2009).

Se estima que este zacate ha sido establecido en casi 30 millones de ha alrededor del mundo en los hemisferios norte y sur. Resaltan en importancia por las grandes extensiones ocupadas con esta especie: Sudáfrica, India, Australia, Estados Unidos, México, y Argentina (Cox *et al.*, 1988).

### **Clasificación Taxonómica**

El zacate buffel anteriormente fue clasificado como *Cenchrus ciliaris*, nombre que se considera un sinónimo del usado actualmente, el nombre científico actual del zacate buffel es *Pennisetum ciliare* L. (USDA, 2022; Robles *et al.*, 1990).

Reino: Plantae

Subreino: Traqueophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Pennisetum*

Especie: *P. ciliare* L.

## **Descripción Morfológica**

### **Sistema Radicular**

El sistema radicular del zacate buffel es profundo, puede alcanzar hasta 2.40 m o más, los brotes nuevos se originan de la corona que está debajo de la superficie del suelo. Posee un sistema radicular fuerte y muy ramificado, ésta es una de las características principales de la especie que le permiten soportar el pastoreo pesado y períodos de sequías prolongadas (Robles *et al.*, 1990). Dagg y Hosegood (1967), citados por López-Chuken y López Domínguez (2015), reportan que en muchos casos las raíces pueden alcanzar hasta 6 m de profundidad. Skerman y Riveros (1990) mencionan que la tolerancia que presenta el zacate buffel a las sequías se debe a su sistema radicular profundo.

Existen variedades cespitosas, otras poseen rizomas, que son uno de los mecanismos de dispersión de la especie, ya que en cada nudo de los rizomas se generan nuevos vástagos vigorosos; estos rizomas le permiten soportar bajas temperaturas por lo que son conocidos como el órgano invernal de las gramíneas (Bogdan, 1997).

### **Tallos**

Como todas las plantas de la familia Poaceae, el tallo del zacate buffel está conformado por nudos y entrenudos, tiene una altura de 50 a 100 cm (Cantú, 1989). Posee tallos erectos, ramificados, lisos, glabros y geniculados (Paull y Lee, 1978). Presenta un engrosamiento en la base de los tallos donde se almacenan más hidratos de carbono que en otras especies, esta característica le permite a la planta rebrotar después de heladas y sequías prolongadas (Ibarra *et al.*, 2012). Los tallos del zacate buffel tienen bases hinchadas lo que les permite almacenar más hidratos de carbono que otras especies (López, 1982).

### **Hojas**

Cantú (1989), describe las hojas del zacate buffel de color verde o verde-azulado, de forma planas, lineales y glabras, con o sin pubescencia, pero con vellosidades en la lígula. Miden alrededor de 3 a 10 mm de ancho cuando están extendidas, y terminan en punta, con una longitud de 7 a 30 cm. Las hojas basales son cortas y de número reducido (López-Chuken y López Domínguez, 2015).

### **Inflorescencias**

La inflorescencia del zacate buffel es una panícula densa, cilíndrica, con una longitud de 2 a 12 cm, y 1.3 a 1.6 cm de ancho (Alcalá-Galván, 1995). Su color cambia con la madurez y se torna marrón, rojizo, morado o crema. Las flores individuales se encuentran encerradas en involucros aristados, los cuales tienen de una a cuatro espiguillas, estas varían en longitud que va de 2 a 5.5 mm, el pedúnculo es corto y grueso, articulado en su base el cual se desprende con la espiguilla al madurar (Ibarra, 1994). Las espiguillas tienen dos florecillas, la inferior que es estéril o estaminada y la superior denominada fértil o hermafrodita. La lema de la florecilla superior mide de 2.2 a 5.4 mm de longitud (Gould, 1975; Bogdan, 1997).

## Condiciones Agroecológicas

La temperatura óptima para el desarrollo del zacate buffel es de 35 °C con un rango de 20 a 45 °C; sin embargo, se ha reportado que llega a tolerar hasta 50 °C (De la Barrera y Castellanos, 2007). Se considera un pasto con baja tolerancia a las heladas, pero las plantas llegan a morir a temperaturas igual o menor a -2 °C (Ludlow, 1980). La falta de tolerancia a las heladas es el factor limitante de la especie, ya que cuando se siembra en regiones con inviernos severos la sobrevivencia es errática y la producción de forraje es muy limitada (Hanselka y Johnson, 1991).

Bashaw (1985), reporta que los tipos rizomatosos tienen la habilidad de tolerar más el frío y sobreviven en áreas más elevadas ya que los rizomas proveen a la planta de un mecanismo de protección que resulta en mayores probabilidades de sobrevivencia al invierno. No obstante, en el establecimiento “La Magdalena”, Villa Dolores, Argentina, plantas de la variedad Texas 4464, que no poseen rizomas soportaron -14 °C sin ocurrir muertes.

El buffel se adapta bien en suelos de textura migajón arenoso (Anderson, 1970; Cox *et al.*, 1988), dentro de esta textura los suelos ligeramente alcalinos son más aptos para el establecimiento del zacate que los suelos ligeramente ácidos (Williamson y Pinkerton, 1985); y se dificulta su establecimiento en suelos poco profundos y pesados con problemas de drenaje (Anderson, 1970; Holt, 1985). Los suelos extremadamente arenosos y arcillosos son inadecuados para la siembra del zacate buffel. Los suelos con más de 30% de arcilla presentan problemas de establecimiento; sin embargo, las variedades rizomatosas se establecen más fácilmente. Las variedades cespitosas empiezan a tener problemas con solo 20% de arcilla (Williamson y Pinkerton, 1985).

Otro factor que influye en el establecimiento del zacate buffel es el pH del suelo. El zacate buffel crece bien en terrenos planos con lomeríos suaves y suelos profundos con buen drenaje. Se adapta a un amplio rango de tipo de suelos, con un pH desde neutro hasta ligeramente alcalino (Marshall *et al.*, 2012); no obstante, existen variedades o ecotipos

con alta tolerancia a suelos alcalinos (Griffa *et al.*, 2010). Ibarra *et al.* (1991) indican que la especie se establece y persiste en pH de 5.1 a 8.4 y en suelos hasta con 1400 ppm de sales solubles totales. Los suelos ligeramente alcalinos son aparentemente más aptos para el establecimiento del buffel (Williamson y Pinkerton, 1985), siendo los óptimos aquellos con un pH entre 7 y 8 (Brzostowski, 1962). Estudios de laboratorio indican que la acidez inhibe la germinación de la semilla del buffel, misma que se puede reducir en un 25% en suelos con pH de 3 y se inhibe con pH menores de 2 (Ryan *et al.*, 1975).

El zacate buffel se establece bien en regiones donde la precipitación mantiene un rango de 150 hasta 700 mm (Ward *et al.*, 2006). Ibarra *et al.* (1995), mencionan que el zacate buffel puede colonizar zonas con una precipitación total de entre 300 y 600 mm anuales y con una temperatura media de 18 y 35°C y puede soportar temperaturas mínimas superiores a los 5° C. Robles *et al.* (1990), observaron que su crecimiento se acelera cuando la temperatura oscila entre los 15 y 30 °C. La tolerancia del zacate buffel a la sequía es reportada en diferentes países: en Australia el zacate buffel está adaptado a lugares con precipitaciones promedio de 500 mm anuales (Marriot y Anderssen, 1953). En el norte-centro de Kenia y sur de Etiopía donde el zacate buffel se encuentra en forma natural la lluvia varía de 200 a 400 mm anuales (National Animal Husbandry Research Station. Annual Report From Naivasha, Kenya; citado por Cox *et al.*, 1988). En Arizona la especie se adapta bien a lugares con 280-400 mm de lluvia (Arizona Interagency Range Technical Sub-Committee, 1973). Humphreys (1967) menciona que el zacate buffel establecido es muy resistente a la sequía. Puede soportar hasta un año sin precipitaciones; en general se recomienda para zonas de 225 a 900 mm anuales (Ayerza, 1981).

### **Reproducción del Zacate Buffel**

Los primeros estudios citogenéticos realizados en zacate buffel lo reportaron como una especie apomíctica obligada, por medio de aposporia, seguido de pseudogamia (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955) sin posibilidades de mejoramiento genético, supeditado a la selección de los mejores ecotipos que se encuentran de forma natural. Sin embargo, la apomixis facultativa fue reportada posteriormente en zacate buffel (Bray, 1978). Un

parteaguas en el mejoramiento genético de la especie fue la presencia de sexualidad en plantas de zacate buffel (Bashaw, 1985). Esto permitió mayor variabilidad genética en las especies a través de los cruzamientos realizados entre plantas sexuales y apomícticas para la generación de híbridos apomícticos de zacate buffel (Gómez, 2009).

### **Apomixis**

Pritchard (1967), señala que muchas especies de gramíneas forrajeras tropicales poseen un sistema de reproducción apomíctico en el cual no es necesaria la polinización para iniciar el proceso de formación del embrión, este se produce de manera autónoma en el núcleo sin intervención del gameto masculino, por lo cual la nueva planta originada por este embrión tendrá una constitución idéntica a la planta madre. Sin embargo, los núcleos polares deben ser polinizados para dar origen al endospermo de la semilla.

Una de las ventajas que presenta la apomixis es que fija el vigor híbrido, lo que implica que la semilla puede ser producida indefinidamente sin pérdida de vigor. De igual manera se simplifica la producción de semilla híbrida ya que no es necesario el aislamiento de las líneas parentales (Koltunow *et al.*, 1995).

### **Título de Obtentor**

Una persona física o moral puede registrar variedades vegetales con fines de propiedad intelectual, que se hayan obtenido por medio de un proceso de mejoramiento genético. Las variedades factibles de proteger deben de cumplir con los principios básicos: novedad, distinción, homogeneidad y estabilidad, así como una denominación que la identifique (SNICS, 2020).

### **Derechos de Obtentor**

Los derechos de obtención vegetal son un tipo de protección especial, adoptada en las legislaciones nacionales a mediados del siglo pasado y regulada a nivel mundial por la UPOV. Este sistema se adapta a las necesidades de los obtentores tradicionales que,

mediante una serie de cruzamiento entre variedades similares, generan una nueva variedad que presenta determinadas características valiosas de los ascendientes y que además es estable y homogénea. Estas actividades, que claramente contiene la intervención de expertos en la materia, es más una innovación que una invención, siendo esta última objeto del sistema de patentes (Arcudia, 2015).

De acuerdo a lo establecido por el SNICS, este derecho consiste en el reconocimiento que el Estado hace a través del otorgamiento de un Título de Obtentor sobre una variedad vegetal que la persona física o moral ha generado y desarrollado mediante mejoramiento. El Estado otorga y protege a favor del titular los derechos siguientes: ser reconocido como obtentor de una variedad vegetal, el derecho no es transferible ni prescriptible y con respecto a su uso como propagación, producción, reproducción, distribución, venta y el obtener otras variedades e híbridos con fines comerciales, el Estado proporciona el aprovechar y explorar de forma exclusiva y de manera temporal por el titular y/o terceros siempre y cuando se le otorgue el consentimiento (SNICS, 2020).

Las variedades vegetales son protegidas con el fin de incrementar la producción agropecuaria a través de la integración de un marco técnico y normativo, así el registro de variedades coordina y administra el sistema para fomentar la generación y propagación de tecnología y permita a los productores tanto nacionales como internacionales bajo un marco de certidumbre jurídico y retribución equitativa el aprovechamiento de la variedad obtenida y su mejoramiento (SNICS, 2020).

La Ley Federal de Variedades Vegetales (LFVV) establece que los derechos de obtentor contarán con una duración de 18 años para especies perennes como forestales, frutícolas, vides, ornamentales y sus portainjertos, para las especies anuales, tendrán una duración de quince años. Estos años se contarán a partir de la fecha de expedición del título de obtentor y, una vez transcurrido el tiempo la variedad vegetal, su aprovechamiento y explotación pasarán al dominio público (SNICS, 2020).

## **Protección de Variedades Vegetales**

La LFVV establece que para que una variedad vegetal sea objeto de protección deberá cumplir con los siguientes requisitos:

**Novedad.** Cumple esta característica la variedad vegetal o su material de propagación, que al momento de presentación de la solicitud: No se hayan enajenado en territorio nacional dentro del año anterior a la fecha de presentación de la solicitud de título de obtentor y no se hayan enajenado en el extranjero, o bien la enajenación se haya realizado dentro de los seis años anteriores a la presentación de la solicitud para el caso de perennes, dentro de los cuatro años anteriores a la presentación de la solicitud para el resto de las especies.

**Distinción.** Tendrá esta característica la variedad vegetal que se distinga técnica y claramente por uno o varios caracteres pertinentes de cualquiera otra variedad, cuya existencia sea conocida en el momento en que se solicite la protección.

**Estabilidad.** Tendrá esta característica la variedad vegetal que conserve inalterados sus caracteres pertinentes después de reproducciones o propagaciones sucesivas.

**Homogeneidad.** Tendrá esta característica la variedad vegetal que sea suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes, a reserva de la variación previsible por su reproducción sexual o multiplicación vegetativa.

**Denominación.** Será considerada como su designación genérica. Para ser aprobada, deberá ser diferente a cualquiera otra existente en el país o en el extranjero, cumplir con los demás requisitos establecidos en el reglamento de esta ley, y no ser idéntica o similar en grado de confusión a una previamente protegida (SNICS, 2020).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Características Geográficas del Sitio Experimental**

El sitio experimental se encuentra ubicado en Saltillo, inclinado al sureste del estado de Coahuila. Las coordenadas geográficas son: 25°23'78" de latitud norte y 101°02'61" de longitud oeste, a una altitud de 1560 msnm. Saltillo, Coahuila se encuentra en una región medianamente extremosa en cuanto al clima, la temperatura más alta registrada fue de 38 °C el día 30 de mayo, y de -6.9 °C registrado como la temperatura más baja el día 17 de enero (CONAGUA, 2018).

Los registros de humedad media anual fue 56.4%, precipitación total anual de 684.75 mm, velocidad media anual del viento 10 km/h, cantidad de días en los que se produjeron fenómenos extraordinarios.

Días con lluvia: 76

Días con nieve: 2

Días con tormenta: 22

Días con niebla: 72

### **Material Genético**

En la presente investigación se evaluaron ocho híbridos apomícticos de zacate buffel, generados en el Programa de Pastos de la UAAAN, de la cruce del clon sexual TAM CRD B-1s como progenitor hembra, con la variedad apomíctica Zaragoza-115 utilizada como progenitor macho. Estos híbridos se seleccionaron de una serie de evaluaciones realizadas en las localidades de Saltillo y Zaragoza, Coahuila. Se incluyó a la variedad Común (T-4464) como testigo.

### **Híbridos Apomíticos de Zacate Buffel Evaluados**

HA-A	HA-E
HA-B	HA-G
HA-C	HA-H
HA-D	HA-I

### **Buffel Común (T-4464)**

Se caracteriza por su tolerancia a la sequía y su alta producción de panículas, es la variedad de buffel más ampliamente distribuida en el sur de Texas y norte de México, donde ocupa 4 millones de ha (González *et al.*, 1998). Las plantas son de tallos finos y forraje denso, semejante a la variedad Gayndah, aunque es más precoz que esta y las inflorescencias son de color más púrpura (Ayerza, 1981). Es altamente susceptible al tizón foliar, una enfermedad causada por el hongo *Pyricularia grisea*, que afecta en gran medida el rendimiento y la calidad de la semilla y el forraje del zacate buffel (Cook *et al.*, 2005; González, 2002).

## **Metodología**

### **Siembra**

Los involucros cosechados de cada genotipo se escarificaron para obtener los carióspsides. Se colocó peat moss sobre las charolas de germinación donde se sembró una semilla por cavidad y se cubrió ligeramente con un poco del mismo sustrato. Se colocaron las charolas en el invernadero con las condiciones adecuadas para la emergencia de las plántulas, se les proporcionaron riegos y fertilizaciones para un buen desarrollo de las mismas.

### **Trasplante**

El trasplante se realizó el 14 de julio del 2018 a macetas de plástico negras, estas se lavaron con jabón y cloro para desinfectar las superficies de contacto. El sustrato se preparó, agregando agua para su hidratación y revolviendo hasta que estuviera listo. A

cada maceta se le colocó un litro de grava para soporte de la planta y aumentar la aireación, posteriormente se agregaron tres litros del material peat moss. Se trasplantó una planta por maceta de cada genotipo extraídos de las charolas de germinación, quedando la raíz completamente cubierta y con un poco de presión para que tomara anclaje y soporte sobre el nuevo sustrato, dando por último una ligera capa de riego.

### **Riegos y Fertilizaciones**

Las plantas se regaron cada tercer día, únicamente con agua durante los primeros 15 días, se agregó un litro a cada maceta, transcurrido este tiempo se aplicó la primera fertilización por riego, una vez por semana, a una dosis de 2g /L de agua agregando un litro a cada planta, extraída de una solución madre. En las primeras tres fertilizaciones se utilizó la concentración de 20-30-10 y a partir de la cuarta aplicación se utilizó la fórmula de 12-40-12.

### **Variables Registradas**

#### **Número de Inflorescencias por Planta**

El conteo de panículas se realizó en las plantas 2, 3 y 4 de cada parcela, esta se llevó a cabo en cuatro ocasiones. En la última fecha se contaron también los raquis, ya que algunos genotipos son más precoces y debido a la dehiscencia que presenta esta especie, los involucros se desprenden inmediatamente al madurar la semilla. Las fechas de conteo de panículas fueron las siguientes: 19 de agosto, 07 de septiembre, 18 de octubre y 14 de noviembre de 2018.

#### **Descriptorios Morfológicos de la Inflorescencia**

Se seleccionaron dos panículas de las plantas 1 y 5 de cada unidad experimental, las inflorescencias se cubrieron con glassines y deberían tener las siguientes características: la posición de la panícula debería estar fuera de la hoja bandera y tener todos sus involucros. Una vez que las panículas alcanzaron su estado de madurez, se cortaron y extrajeron de las plantas para la obtención de los siguientes descriptorios morfológicos:

### **Longitud de Panícula (LP)**

El registro de las variables de la panícula, iniciaron con la longitud de la panícula, se midió desde la inserción del primer involucro al inicio de la inflorescencia, hasta el ápice de ésta, en las dos panículas y se obtuvo el valor promedio por unidad experimental.

### **Número y Peso de Involucros por Panícula (NI y PI)**

Se realizó el conteo de involucros ya retirados del raquis, en las dos panículas. Posteriormente se pesaron los involucros en una balanza analítica y se obtuvo el valor promedio del número y peso de involucros por panícula.

### **Densidad de Panícula (DP)**

Se utilizó una fórmula para obtener esta variable de manera indirecta, se dividió el número de involucros entre la longitud de la panícula.

### **Longitud de la Cerda más Larga (LCL)**

La longitud de la cerda más larga, se obtuvo midiendo desde la base hasta el ápice de la cerda, de cinco involucros extraídos de la parte media de la inflorescencia. Posteriormente se obtuvieron los valores promedio por panícula y por unidad experimental.

### **Descriptorios Morfológicos del Tallo y Hoja**

Se extrajeron desde la base el tallo más alto de las plantas 2 y 4 de cada unidad experimental, se etiquetaron y se envolvieron en papel periódico para su traslado y evitar su deshidratación. Una vez obtenido los tallos, se evaluaron las siguientes variables:

### **Longitud del Entrenudo Superior (LES)**

La longitud del entrenudo superior se midió desde el nudo de la hoja bandera hasta la base de la panícula, se obtuvo el valor promedio por cada unidad experimental.

### **Longitud de Entrenudos (LE)**

Se tomó medida de la longitud que hay de un nudo a otro dentro del tallo interesado en las dos plantas y posteriormente se sacó el valor promedio por unidad experimental.

### **Número de Nudos (NN)**

Se obtuvo el valor promedio del número de nudos del tallo principal por unidad experimental.

### **Grosor de los Nudos (GN)**

Se midió el grosor de los nudos 2, 3 y 4 con un vernier, desde la base del tallo principal hacia arriba y se obtuvo el valor promedio por tallo y por unidad experimental.

### **Longitud del Tallo más Alto (LTMA)**

Se obtuvo la medida de la longitud, desde la base del tallo hasta el nudo de la hoja bandera de cada planta, se promedió para obtener el valor por unidad experimental. La LTMA se tomó los días 25 de agosto y 8 de septiembre.

### **Altura de Planta**

Se tomó la altura en las plantas 2 y 4 de cada unidad experimental, se midió la longitud de la planta desde la base del tallo más alto hasta el ápice de la panícula, esta variable se tomó en dos ocasiones: 18 de agosto y 13 de septiembre de 2018.

### **Longitud y Ancho de la Hoja Bandera (LHB y AHB)**

Se utilizó una regla para medir la longitud de la hoja bandera, desde de la base hasta el ápice de la misma, en seguida, se midió el ancho en la parte media de la hoja y se obtuvieron los valores promedios de ambas variables, por unidad experimental.

### **Longitud y Ancho de la Lámina Media (LLM y ALM)**

Se extrajo cuidadosamente una hoja que estuviera en la parte media del tallo principal, para obtener la LLM, se midió desde la base hasta el ápice de la hoja. El ALM se midió en la parte media de la lámina foliar se obtuvo el promedio de ambas variables.

### **Número de Ramificaciones**

Para obtener esta variable, se contabilizaron las ramificaciones del tallo principal y se obtuvo el valor promedio por unidad experimental.

### **Biomasa Seca**

Se cortó el forraje de las cinco plantas de cada unidad experimental y se pesaron en una balanza. El peso se dividió entre cinco para obtener el peso de biomasa seca por planta. Al momento del corte, las plantas estaban completamente secas debido a la presencia de bajas temperaturas en la región.

## **Diseño Experimental**

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar, con nueve genotipos y cinco bloques, cinco macetas por unidad experimental y una planta por maceta.

## **Análisis Estadístico**

Se realizaron análisis de varianza de todas las variables registradas y cuando se detectaron diferencias significativas, se realizaron pruebas de comparación de medias con DMS ( $\alpha=0.05$ ). Se utilizó el programa estadístico Statical Analysis System Versión 9.4 (SAS, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción de Panículas por Planta (PP)

El conteo del número de panículas por planta o por superficie es el mejor estimador de la producción de semillas en zacate buffel, debido a que existe una relación directa entre la producción de panículas y la producción de involucros (Gómez *et al.*, 2016). La obtención del peso directo de la semilla se dificulta, debido a que es una especie con alta dehiscencia (involucros maduros), por lo que no retiene la semilla, esta se desprende fácilmente de la inflorescencia al madurar.

Los análisis de varianza para el número de panículas por planta indicaron diferencias altamente significativas ( $P= 0.01$ ) entre los nueve genotipos en las cuatro fechas en las que se realizaron las evaluaciones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios del número de panículas por planta de nueve genotipos de zacate buffel en cuatro evaluaciones. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	PP 1 19/08/18	PP 2 07/09/18	PP 3 18/09/18	PP 4 14/10/18
Tratamientos	8	513.90**	1043.87**	1463.14**	1165.98**
Bloques	4	47.32 <sup>NS</sup>	508.58 <sup>NS</sup>	521.26*	450.32 <sup>NS</sup>
E. Exp.	32	73.20	213.01	157.52	320.34
Total	44				
CV		31%	21%	19%	23%

\*\* = Altamente significativo, \* = Diferencia significativa, <sup>NS</sup> = No significativo, PP = Panículas por planta.

En el Cuadro 2 se observan las comparaciones de medias del número de panículas por planta en cada una de las fechas de evaluación. En la primera fecha, Común fue el que obtuvo el mayor número de panículas por planta (51.3) y fue estadísticamente diferente al resto de los materiales. El segundo grupo estuvo conformado por los genotipos HA-C, HA-A, HA-E y HA-B con 32.8, 30.4, 25.9 y 22.5 panículas por planta respectivamente. El valor más bajo lo obtuvo el híbrido HA-G con 19.53 panículas y fue estadísticamente igual a seis genotipos más. La diferencia entre el valor mínimo y máximo de panículas en esta fecha fue de 31.8.

Cuadro 2. Comparación de medias del número de panículas por planta en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	Panículas por planta			
	1 <sup>a</sup> Lectura 19/08/18	2 <sup>a</sup> lectura 07/09/18	3 <sup>a</sup> lectura 18/09/18	4 <sup>a</sup> lectura 14/10/18
Común	51.3 a	95.3 a	57.3 bc	83.0 ab
HA-C	32.8 b	86.3 a	94.3 a	82.1 ab
HA-A	30.4 bc	66.1 bc	64.3 b	81.9 ab
HA-E	25.9 bc	81.9 ab	92.3 a	97.9 a
HA-B	22.5 bc	66.7 bc	54.5 bc	63.5 bc
HA-I	21.3 c	56.3 c	59.0 bc	76.9 ab
HA-H	20.9 c	65.6 bc	61.3 bc	89.7 a
HA-D	20.5 c	56.1 c	50.9 bc	50.2 c
HA-G	19.5 c	55.9 c	47.0 c	60.0 bc

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

En la segunda fecha de evaluación del conteo de panículas por planta, se observa que la variedad Común y los híbridos HA-C y HA-E superan al resto de los materiales con el mayor número de panículas quedando en el mismo grupo con 95.3, 86.3 y 81.9,

respectivamente. Al igual que en la primer fecha, el genotipo HA-G obtuvo el menor número de panículas por planta (55.9) y fue estadísticamente igual a cinco genotipos más.

En la tercera fecha los híbridos HA-C y HA-E obtuvieron los valores más altos con 94.3 y 92.3 panículas por planta respectivamente y fueron estadísticamente iguales entre sí y diferentes al resto de los genotipos. La variedad Común ocupó el 6° lugar con 57.2 panículas y fue igual estadísticamente a seis genotipos. HA-G obtuvo el valor más bajo con 47 panículas y fue estadísticamente igual a cinco genotipos.

En la última evaluación se formaron tres grupos de medias. El primero conformado por los genotipos HA-E, HA-H, Común, HA-C, HA-A y HA-I con 97.9, 89.7, 83, 82, 82 y 77 panículas por planta respectivamente. Común ocupó el tercer lugar con 83 panículas y fue estadísticamente igual a cinco genotipos. HA-D fue el que obtuvo el valor más bajo (50.2) y fue estadísticamente igual a los genotipos HA-G y HA-B que obtuvieron 60 y 64 panículas por planta respectivamente. Común superó a los híbridos apomícticos con 17.79, 35.58 y 22.49% en la primera, segunda y cuarta evaluación. En la tercera evaluación los híbridos superaron a Común en un 3.97% (Cuadro 2).

El número de panículas promedio en los nueve genotipos en la primera evaluación fue de 27.23, dos meses después en la cuarta evaluación, la producción promedio de panículas fue de 76.13, se incrementó un 180%. Estudios realizados con genotipos de zacate buffel, reportan a la variedad Común con un mayor número de panículas por planta a las de esta investigación, Aguilar (2019) reporta 139.4 panículas, García (2018) 107 y Gómez *et al.* (2016) 210 panículas.

## **Descriptores Morfológicos de la Inflorescencia**

### **Longitud de Panícula (LP)**

El análisis de varianza para la longitud de panícula detectó diferencias altamente significativas ( $p = 0.01$ ) entre genotipos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cuadrados medios de longitud de panícula, número y peso de involucros por panícula de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	LP	NI/P	PI/P
Tratamientos	8	5.11**	2975.11**	2758.67 <sup>NS</sup>
Bloques	4	0.21 <sup>NS</sup>	137.55 <sup>NS</sup>	3326.26 <sup>NS</sup>
E. Exp.	32	0.51	312.11	1771.29
Total	44			
CV		8.9%	15.5%	21.7%

\*\* = Altamente significativo, <sup>NS</sup> = no significativo, LP = Longitud de panícula, NI = Número de involucros por panícula, PI = Peso de involucro por panícula.

El genotipo HA-I obtuvo las inflorescencias más largas (10.45 cm) y fue estadísticamente diferente al resto de los materiales. El segundo grupo estuvo conformado por Común y HA-B con 8.70 y 8.10 cm respectivamente. HA-E con 7.40 cm obtuvo las inflorescencias más pequeñas y fue estadísticamente igual a seis genotipos (Cuadro 4).

El valor de 8.7 cm para Común en esta investigación, es más alto al reportado por González *et al.* (2016) con un tamaño de 6.78 cm, Conde *et al.* (2011) reporta una longitud de panícula de 6.78 cm y es más bajo al valor de 10 cm registrado por Aguilar (2019).

### **Número y Peso de Involucros por Panícula (NI y PI)**

Los análisis de varianza indicaron diferencias altamente significativas entre genotipos para el número de involucros, pero no detectaron diferencias estadísticas entre genotipos para el peso de involucros (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se observa que HA-I ocupó el primer lugar con 166 involucros y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos. El segundo lugar lo ocupó HA-B (128) y fue estadísticamente igual a los híbridos HA-A, HA-H y HA-E con 125, 120 y 107 involucros por panícula respectivamente.

Cuadro 4. Comparación de medias de longitud de panícula (LP), número y peso de involucros por panícula (NI y PI) en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	LP Cm	NI/P	PI/P mg
HA-I	10.45 a	166 a	186.57
Común	8.70 b	95 d	244.83
HA-B	8.10 bc	128 b	212.25
HA-H	7.70 c	120 bc	206.05
HA-D	7.55 c	104 cd	170.21
HA-G	7.45 c	89 d	177.34
HA-C	7.40 c	91 d	191.40
HA-A	7.40 c	125 bc	178.37
HA-E	7.40 c	107 bcd	179.78

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

El rango entre el valor mínimo y máximo fue de 77 involucros. Común ocupó el séptimo lugar con 95 involucros y se distinguió de cuatro híbridos en esta variable. Los híbridos obtuvieron un promedio de 116.25 involucros, un 22.5% más que Común. En otras investigaciones se ha reportado a Común con un menor número de involucros, Aguilar (2019) reporta 80.6 involucros/panícula para Común; González *et al.* (2016) reporta para esta variedad 57 involucros; Conde *et al.* (2011) 65 involucros.

Los nueve genotipos tuvieron un peso promedio de involucros por panícula de 194.08 mg con un rango de 74.62 mg, con un valor mínimo de 170.2 mg para HA-D hasta un valor máximo de 244.8 mg para Común. Esta variedad superó al promedio de los híbridos apomícticos en un 30.35% en el PI/P y no se distinguió de ningún híbrido en esta variable (Cuadro 4). El valor de 244.83 mg reportado para Común en esta investigación,

superó en un 60.5% a los 152 mg reportados por Aldaco (2017), y en un 40.04%, a los 173 mg reportados por Martínez (1996) pero fue menor al valor de 287.88 mg reportado por Aguilar (2019).

### **Densidad de Panícula (DP)**

Los resultados del análisis de varianza para DP se presentan en el Cuadro 5, indicaron diferencias altamente significativas ( $P= 0.01$ ) para la fuente de variación genotipos.

Cuadro 5. Cuadrados medios de densidad de panícula y longitud de la cerda más larga en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	DP	LCL
Tratamientos	8	22.0043**	0.03**
Bloques	4	1.61 <sup>NS</sup>	0.0007 <sup>NS</sup>
E. Exp.	32	2.69	0.01
Total	44		
CV		11.49%	6.09 %

\*\* = Altamente significativo, <sup>NS</sup> = no significativo, DP = Densidad de panícula, LCL = Longitud de la cerda más larga.

En el Cuadro 6 se observa que HA-A obtuvo la densidad más alta con 16.8 y fue estadísticamente igual a HA-B, HA-I, HA-H y HA-E, con 16.3, 15.9, 15.6 y 14.7 respectivamente. Común obtuvo la menor densidad que los ocho híbridos evaluados, con 10.9, lo que indica que los involucros de Común se encuentran más separados en la inflorescencia, siendo estadísticamente igual a HA-C (12.2) y HA-G (12.2). Común se distinguió de seis híbridos en esta variable. La densidad de panícula reportada por Aldaco (2017) para la variedad Común fue de 8.85, García (2018) registró 9.5 y Hernández (2016) reporta una densidad de 8.4.

Cuadro 6. Comparación de medias de densidad de panícula (DP) y longitud de la cerda más larga (LCL) de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	DP	LCL cm
HA-A	16.8 a	1.26 bc
HA-B	16.3 a	1.17 cd
HA-I	15.9 ab	1.28 ab
HA-H	15.6 ab	1.16 d
HA-E	14.7 ab	1.10 d
HA-D	13.9 bc	1.14 d
HA-C	12.2 cd	1.19 bcd
HA-G	12.2 cd	1.36 a
Común	10.9 d	1.13 d

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

### **Longitud de la Cerda más Larga (LCL)**

Los resultados del análisis de varianza para la variable LCL obtuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $P= 0.01$ ) (Cuadro 5).

En el Cuadro 6 se observan las comparaciones de medias para la LCL. HA-G obtuvo las cerdas más largas con 1.36 cm y fue estadísticamente igual al híbrido HA-I (1.28 mm). Común obtuvo las cerdas más cortas con 1.13 cm y fue estadísticamente igual a cinco híbridos más, esta variable permitió a Común distinguirse de tres híbridos. La LCL obtenida en esta investigación para Común fue similar al valor de 1.2 cm reportado en otras investigaciones (Aldaco, 2017; Hernández, 2016) y diferente al valor de 1.41 cm reportado por García (2018).

## Descriptores Morfológicos del Tallo y Hoja de Zacate Buffel

### Longitud del Entrenado Superior (LES)

El análisis de varianza para la longitud del entrenado superior, indicó diferencias significativas ( $P= 0.05$ ) entre los genotipos. El coeficiente de variación fue de 11.3% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Cuadrados medios de longitud del entrenado superior, longitud de entrenados, números de nudos y grosor de nudos del tallo más alto de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	LES	LE	NN	GN
Tratamientos	8	11.84*	5.18**	1.29**	0.38**
Bloques	4	9.61 <sup>NS</sup>	0.68 <sup>NS</sup>	0.29 <sup>NS</sup>	0.03 <sup>NS</sup>
E. Exp.	32	4.49	0.53	0.18	0.09
Total	44				
CV		11.3%	10.6%	5.6%	9.5%

\* = Diferencia significativa, \*\* = Altamente significativo, <sup>NS</sup> = No significativo, LES = Longitud del entrenado superior, LE = Longitud de entrenados, NN = Número de nudos, GN = Grosor de nudos.

La comparación de medias de LES se presenta en el Cuadro 8. Se formaron dos grupos de medias. HA-I ocupó el primer lugar con 20.6 cm y fue estadísticamente igual a HA-B, HA-G, HA-H, HA-E con 20.5, 20.5, 19.0 y 18.6 cm respectivamente. Común ocupó el octavo lugar con 17.3 cm y fue estadísticamente igual a cinco genotipos. La longitud promedio fue de 18.7 cm con un rango de 16.9 cm para el genotipo HA-A hasta 20.6 para HA-I, con una diferencia de 3.7 cm entre el valor mínimo y máximo. El valor promedio de la LES de los híbridos fue 9.1% más alto que el de Común.

Cuadro 8. Comparación de medias de longitud del entrenudo superior (LES), longitud de entrenudos (LE), número de nudos (NN) y grosor de nudos (GN) en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	LES cm	LE cm	NN	GN mm
HA-I	20.6 a	7.43 bc	7.4 c	3.15 bcd
HA-B	20.5 a	6.33 d	7.8 bc	3.34 bc
HA-G	20.5 a	7.53 bc	7.4 c	3.48 ab
HA-H	19.0 ab	8.57 a	7.3 c	3.75 a
HA-E	18.6 ab	5.36 e	8.4 a	2.92 d
HA-C	17.5 b	6.72 cd	7.3 c	2.93 d
HA-D	17.4 b	5.92 e	8.0 ab	2.98 cd
Común	17.3 b	6.17 de	6.6 d	3.19 bcd
HA-A	16.9 b	7.66 ab	7.6 bc	3.15 bcd

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

### **Longitud de Entrenudos (LE) y Número de Nudos (NN)**

Los análisis de varianza realizados para la longitud de entrenudos y número de nudos detectaron alta significancia estadística ( $P= 0.01$ ) para la fuente de variación genotipos (Cuadro 7).

La longitud de los entrenudos es un componente de la altura de planta y del rendimiento de forraje, por lo que esta correlacionado positivamente con estas variables (Rosales, 2000). En el Cuadro 8 se presenta la comparación de medias para la longitud de los entrenudos. HA-H obtuvo los entrenudos más largos (8.57 cm) y fue estadísticamente igual al HA-A (7.66) que a su vez fue estadísticamente igual a HA-G y HA-I con 7.53 y 7.43 cm respectivamente.

El genotipo HA-D con 5.92 cm obtuvo los entrenudos más cortos y fue estadísticamente igual a HA-E y a Común con 5.36 y 6.17 cm respectivamente. En esta variable Común se distinguió de cuatro híbridos. Entrenudos más cortos para Común (5.91) fueron reportados por Aguilar (2019).

Los valores más altos del número de nudos del tallo principal lo obtuvieron HA-E y HA-D con 8.4 y 8.0 respectivamente, los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. Común obtuvo el valor más bajo (6.6) y fue estadísticamente diferente a todos los híbridos en esta variable (Cuadro 8). La diferencia entre el valor mínimo y máximo fue de 1.8 nudos.

### **Grosor de Nudos (GN)**

El análisis de varianza por la variable grosor de los nudos indicó diferencias altamente significativas entre genotipos ( $P= 0.01$ ). El coeficiente de variación está en un nivel aceptable de 9.5% (Cuadro 7).

La comparación de medias para el GN se presenta en el Cuadro 8. HA-H obtuvo los nudos más gruesos (3.75 mm) y fue estadísticamente igual a HA-G con 3.48 mm. El segundo grupo de medias estuvo conformado por HA-B, Común, HA-I y HA-A con 3.34, 3.19, 3.15 y 3.15 mm respectivamente. En esta variable Común se distinguió solamente de un híbrido. HA-E y HA-C obtuvieron los nudos más delgados con 2.92 y 2.93 mm y fueron estadísticamente iguales a cuatro genotipos más. Se ha reportado que genotipos con nudos más gruesos producen una mayor resistencia al acame (Vaidya y Mahab, 1988). Los valores de grosor de nudos reportados para Común por otros autores son muy similares a los de esta investigación: 3.36, 3.40 y 3.10 mm reportados por Aguilar (2019); Aldaco (2017) y Hernández (2016) respectivamente.

### Longitud del Tallo más Alto (LTMA)

Para la variable longitud del tallo más alto, los análisis de varianza para la fuente de variación genotipos indicaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P= 0.05$ ) en la primera evaluación y diferencias altamente significativas ( $P= 0.01$ ) en la segunda. Los coeficientes de variación para las dos fechas de evaluación se mantuvieron en un nivel aceptable de 11.4% y 10.2% respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cuadrados medios de dos evaluaciones de longitud del tallo más alto de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	LTMA1	LTMA2
Tratamientos	8	19.76*	181.11**
Bloques	4	9.47 <sup>NS</sup>	79.59 <sup>NS</sup>
E. Exp.	32	7.35	20.56
Total	44		
CV		11.4%	10.2%

\* = Diferencia significativa, \*\* = Altamente significativo, <sup>NS</sup> = No significativo, LTMA1 = Longitud del tallo más alto 1, LTMA2 = Longitud del tallo más alto 2.

Para la variable longitud del tallo más alto en la primera fecha, Común obtuvo los tallos más altos (26.4 cm) y fue igual estadísticamente a HA-I, HA-B, HA-C y HA-G con 26, 25.6, 24.3 y 23.5 cm respectivamente. HA-D obtuvo el valor más bajo con 20.9 cm con una diferencia de 5.5 cm con el valor más alto, Común quien se distinguió de cuatro híbridos en esta variable (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación de medias de dos evaluaciones de longitud del tallo más alto de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	Longitud del Tallo más Alto (cm)	
	25/08/18	22/09 /18
Común	26.4 a	34.6 e
HA-I	26.0 ab	48.2 bc
HA-B	25.6 ab	42.7 cd
HA-C	24.3 abc	43.4 cd
HA-G	23.5 abc	47.9 bc
HA-E	22.8 bc	38.2 de
HA-H	22.3 c	54.0 a
HA-A	21.9 c	49.4 ab
HA-D	20.9 c	41.6 d

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

En la segunda evaluación cuando las plantas habían alcanzado un mayor desarrollo, HA-H obtuvo los tallos más altos con 54 cm y fue estadísticamente igual a HA-A (49.4 cm), este último a su vez tuvo igualdad estadística con HA-I (48.15) y HA-G (47.85 cm). La altura más baja, la obtuvo la variedad Común con 34.6 cm y fue estadísticamente igual a HA-E con 38.2 cm. El rango entre el valor mínimo y máximo fue de 19.4 cm. La LTMA promedio de los híbridos fue de 45.67 cm, superó en un 31.99% la altura de Común. En esta variable Común se distinguió de siete híbridos (Cuadro 10).

### **Altura de Planta (AP)**

Los análisis de varianza para la altura de planta en la primera evaluación no detectaron diferencias significativas entre genotipos, pero si detectaron diferencias

estadísticas ( $P= 0.01$ ) entre genotipos en la segunda evaluación. Los coeficientes de variación mantuvieron un nivel aceptable de 11.1 y 7.1% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Cuadrados medios de dos evaluaciones de altura de planta de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	AP1	AP2
Tratamientos	8	45.80 <sup>NS</sup>	266.70 <sup>**</sup>
Bloques	4	104.49*	53.27 <sup>NS</sup>
E. Exp.	32	38.86	25.41
Total	44		
CV		11.1%	7.1%

\* = Diferencia significativa, \*\* = Altamente significativo, <sup>NS</sup> = No significativo, AP1 = Altura de planta 1, ATP2 = Altura de planta 2.

En el Cuadro 12, se presenta los promedios de altura de planta para las dos evaluaciones. En la primera fecha se obtuvo una altura promedio de 56.3 cm con un rango de 52.2 cm para HA-G hasta 60.8 cm para Común con una diferencia entre el valor mínimo y máximo de 8.6 cm. Para la segunda evaluación HA-H obtuvo la mayor altura con 81.3 cm y fue estadísticamente igual a HA-I, HA-G y HA-A con 79.2, 76.6 y 75.3 cm respectivamente. El último lugar lo obtuvo Común con 59.5 y fue estadísticamente igual a HA-E (65.3 cm) y HA-D (65.9 cm), la diferencia entre el valor mínimo y máximo fue de 21.8 cm. Los híbridos obtuvieron una altura promedio de 72.9 cm, superaron en un 22.5% a la variedad Común (59.5 cm). En la investigación realizado por López (2004), Común obtuvo una altura de planta de 60.0 cm, similar al valor obtenido en esta investigación y al de otros investigadores, Hernández (2016), Aldaco (2017) y García (2018) reportan 60.0, 56.2 y 57.3 cm respectivamente.

Cuadro 12. Comparación de medias de dos evaluaciones de altura de planta en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	Altura de Planta (cm)	
	18/08/2018	13/09/2018
Común	60.8	59.5 e
HA-B	59.6	72.4 bc
HA-I	58.0	79.2 a
HA-C	57.3	67.4 cd
HA-A	57.1	75.3 ab
HA-E	55.8	65.3 de
HA-H	53.3	81.3 a
HA-D	52.9	65.9 de
HA-G	52.2	76.6 ab

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

### **Longitud y Ancho de la Hoja Bandera (LHB y AHB)**

Los análisis de varianza detectaron diferencias significativas ( $P= 0.05$ ) entre la fuente de variación genotipos para LHB y AHB (Cuadro 13).

La comparación de medias para LHB se presenta en el Cuadro 14. El valor más alto lo presentó HA-I con 14.15 cm y fue estadísticamente igual a HA-B, HA-H, HA-D y HA-G con 13.8, 12.6, 11.7 y 11.15 cm respectivamente. Común presentó las hojas más cortas (9.50 cm) y fue estadísticamente igual a seis genotipos. En esta variable Común se distinguió de dos híbridos.

Cuadro 13. Cuadrados medios de longitud y ancho de hoja bandera, longitud y ancho de lámina media de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	LHB	AHB	LLM	ALM
Tratamientos	8	14.66*	0.01 *	29.78**	0.01 <sup>NS</sup>
Bloques	4	5.79 <sup>NS</sup>	0.003 <sup>NS</sup>	12.94 <sup>NS</sup>	0.01 <sup>NS</sup>
E. Exp.	32	6.51	0.01	6.47	0.01
Total	44				
CV		22.2%	25.0%	14.9%	17.3%

\* = Diferencia significativa, \*\* = Altamente significativa, <sup>NS</sup> = no significativa, LHB = Longitud de la hoja bandera, AHB = Ancho de la hoja bandera, LLM = Longitud de la lámina media, ALM = Ancho de lámina media.

Los valores obtenidos en esta investigación para la variedad Común, superaron a los resultados registrados por Martínez (2017) con 9.41 cm, ambos fueron menores al valor de 13.3 cm obtenido por López (2004).

Cuadro 14. Comparación de medias de longitud y ancho de la hoja bandera (LHB, AHB), longitud y ancho de la lámina media (LLM, ALM) de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	LHB Cm	AHB cm	LLM Cm	ALM cm
HA-I	14.15 a	0.37 ab	21.85 a	0.48
HA-B	13.80 ab	0.34 ab	19.10 ab	0.49
HA-H	12.60 abc	0.37 ab	15.95 bcd	0.50
HA-D	11.70 abc	0.30 abc	16.55 bc	0.45
HA-G	11.15 abc	0.34 ab	17.85 bc	0.45
HA-A	10.60 bc	0.22 c	17.25 bc	0.40
HA-C	9.95 c	0.40 a	15.85 bcd	0.46
HA-E	9.90 c	0.28 bc	15.50 cd	0.39
Común	9.50 c	0.35 ab	13.25 d	0.48

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

En la comparación de medias para AHB, el híbrido HA-C obtuvo el valor más alto con 0.40 cm de ancho y fue estadísticamente igual a HA-I, HA-H, Común, HA-B, HA-G y HA-D con 0.37, 0.37, 0.35, 0.34, 0.34 y 0.30 cm respectivamente (Cuadro 14). Las hojas más angostas las obtuvo HA-A y fue estadísticamente igual a dos genotipos. Los resultados de Común en esta investigación, fueron similares al valor de 0.36 reportado por Aguilar (2019) y menor a los valores de 0.45 y 0.61 cm reportados por Martínez (2017) y López (2004) respectivamente.

### **Longitud y Ancho de la Lámina Media (LLM y ALM)**

El análisis de varianza para LLM, indicó diferencias altamente significativas ( $P=0.01$ ) entre tratamientos, pero no se detectó diferencias estadísticas para ALM (Cuadro 13).

La comparación de medias para LLM se presenta en el Cuadro 14. Las hojas más largas las presentó HA-I con 21.85 cm y fue estadísticamente igual a HA-B con 19.10 cm. Común obtuvo el valor más bajo (13.25 cm) y fue estadísticamente igual a tres híbridos más.

El promedio de ALM para los genotipos evaluados fue 0.45 cm con un rango de 0.39 para HA-E hasta 0.50 cm para HA-H. El rango entre el valor mínimo y máximo fue de 0.11 cm. En esta variable Común no se distinguió de ningún genotipo.

### **Ramificaciones del Tallo Principal**

Los diferentes cultivares de pasto buffel tienen gran capacidad de amacollamiento y cobertura del suelo, debido a que las plantas presentan en promedio 27 y 107 tallos planta<sup>-1</sup>, durante el primer y segundo año, respectivamente, después de la siembra (Saini *et al.*, 2007). Los resultados del análisis de varianza para el número de ramificaciones indicaron diferencias significativas ( $P=0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Cuadrados medios de número de ramificaciones y forraje seco en nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

FV	GL	Ramificaciones	Forraje Seco
Tratamientos	8	4.82*	0.026**
Bloques	4	0.67 <sup>NS</sup>	0.01**
E. Exp.	32	1.77	0.002
Total	44		
CV		41.9 %	11.3 %

\*\* = Altamente significativo, \* = Diferencia significativa, <sup>NS</sup> = no significativo.

La comparación de media para el número de ramificaciones se presenta en el Cuadro 16. La variedad Común obtuvo el valor más alto con 4.7, siendo estadísticamente igual a HA-D, HA-E, HA-H, HA-B y HA-C con 4.4, 3.5, 3.4, 3.1 y 3.0 ramificaciones respectivamente. Los valores más bajos lo obtuvieron tres híbridos, HA-I, HA-A y HA-G con 1.7, 2.0 y 2.8 ramificaciones respectivamente. En esta investigación, Común fue similar al valor de 4.90 reportado por Aguilar (2019) y superior a los resultados reportados por Martínez (2017) con 3.5 de ramificaciones, ambos fueron superados por el valor 7.7 ramificaciones obtenido por Aldaco (2017). En esta variable Común se distinguió de tres híbridos.

### **Biomasa Seca**

De acuerdo a Martín *et al.* (1995), el zacate buffel produce tres veces más forraje verde que los zacates nativos *Bouteloua curtipendula* y *B. gracilis* en el noroeste de México. El análisis de varianza para forraje seco indicó diferencias altamente significativas ( $P= 0.01$ ) para la fuente de variación tratamientos (Cuadro 15).

La comparación de medias para forraje seco se presenta en el Cuadro 16. Los híbridos HA-I y HA-H presentaron los valores más altos con 0.102 y 0.096 kg·planta<sup>-1</sup> respectivamente y fueron iguales estadísticamente, destacando del resto de los genotipos. Común obtuvo el valor más bajo con 0.063 kg y fue estadísticamente igual a HA-D, HA-

A y HA-C con 0.073, 0.068 y 0.062 kg respectivamente. El peso de forraje seco de Común fue muy similar a los pesos obtenidos en otras investigaciones (García, 2018; Aldaco, 2017; Martínez, 2017).

Cuadro 16. Comparación de medias de número de ramificaciones del tallo principal y peso de forraje seco de nueve genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2018.

Genotipo	Ramificaciones No.	Biomasa Seca kg/planta
Común	4.7 a	0.063 e
HA-D	4.4 ab	0.073 de
HA-E	3.5 abc	0.088 bc
HA-H	3.4 abcd	0.096 ab
HA-B	3.1 abcd	0.087 bc
HA-C	3.0 abcd	0.062 e
HA-G	2.8 bcd	0.077 cd
HA-A	2.0 cd	0.068 de
HA-I	1.7 d	0.102 a

Medias en una columna con la misma literal, son iguales estadísticamente (DMS  $\alpha$  0.05).

El zacate buffel puede alcanzar rendimientos de materia seca de hasta 5 t ha<sup>-1</sup> entre 80 y 95 días posteriores a la emergencia de la planta (Neto *et al.*, 2000) y el rendimiento promedio anual oscila entre 14 y 20 t ha<sup>-1</sup>, con contenidos de proteína cruda de 6% a 15%, dependiendo de la edad de rebrote (Saini *et al.*, 2007; Osman *et al.*, 2008). El peso de forraje promedio de los híbridos fue 0.0816 kg superando en un 29.2% al valor de 0.0632 kg/planta de Común.

En el Cuadro 17 se presentan las características morfológicas en las que se distinguen los ocho híbridos de la variedad Común.

Cuadro 17. Características morfológicas para comparar ocho híbridos apomícticos de zacate buffel con la variedad Común. Saltillo, Coah. 2018.

Variable	Híbridos Apomícticos								Total Genotipos Distinguidos/ Variable
	HA-A	HA-B	HA-C	HA-D	HA-E	HA-G	HA-H	HA-I	
PP	=	=	=	+	=	=	=	=	1
LP	+	=	+	+	+	+	+	+	7
NIP	+	+	=	=	=	=	+	+	4
PIP	=	=	=	=	=	=	=	=	0
DP	+	+	=	+	+	=	+	+	6
LCL	+	=	=	=	=	+	=	+	3
LES	=	+	=	=	=	+	=	+	3
LE	+	=	=	=	=	+	+	+	4
NN	+	+	+	+	+	+	+	+	8
GN	=	=	=	=	=	=	+	=	1
LTMA	+	+	+	+	=	+	+	+	7
AP	+	+	+	=	=	+	+	+	6
LHB	=	+	=	=	=	=	=	+	2
AHB	+	=	=	=	=	=	=	=	1
LLM	+	+	=	+	=	+	=	+	5
ALM	=	=	=	=	=	=	=	=	0
RTP	+	=	=	=	=	+	=	+	3
BS	=	+	=	=	+	+	+	+	5
Variables Distintivas/ Genotipo	11	9	4	6	4	10	9	13	

PP= Panículas por plantas, LP= Longitud de panícula, NIP= Número de involucros por panículas, PIP= Peso de involucros por panículas, DP= Densidad de panícula, LCL= Longitud de la cerda más larga, LES=Longitud del entrenudo superior, LE= Longitud de entrenudos, NN= Número de nudo, GN= Grosor de los nudos, LTMA= Longitud al Tallo más alto AP= Altura de planta LHB=Longitud de la hoja bandera, AHB= Ancho de la hoja bandera, LLM= Longitud de la lámina media, ALM= Ancho de la lámina media RTP= Ramificaciones del tallo principal, BS= Biomasa seca.

+ = Diferente a Común

= = Igual a Común

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se llegaron a las siguientes conclusiones

Todos los híbridos apomíticos evaluados en esta investigación, se distinguieron de la variedad Común en al menos una característica, por lo que cumplen con el requisito de distinción.

HA-I, HA-A y HA-G con 13, 11 y 10 características diferentes, fueron los híbridos que más se distinguieron de la variedad Común.

El número de nudos, altura al tallo más alto, altura de planta, longitud de panícula y densidad de panícula, fueron los descriptores morfológicos que más contribuyeron a la distinción.

En la generación de nuevas variedades de zacate buffel es importante la selección de genotipos con buena producción de semilla. Todos los híbridos caracterizados producen panículas suficientes que aseguran una buena producción de semillas, destacando los híbridos HA-E y HA-H, en esta variable.

Los híbridos HA-I y HA-H superaron en biomasa seca a buffel Común en un 61.4 y 51.9% respectivamente, por lo que serían una buena alternativa para sustituir a esta variedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar P., C. 2019. Caracterización morfológica de nuevos híbridos apomícticos adaptados al semidesierto. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 72 p.
- Akerman, A. B. y Gordon, D. J. 1991 Gramíneas de Sonora, México. Folleto Informativo, Sistema Administrativo de Gestión de Recursos Humanos-Gobierno del Edo. de Sonora-COTECOCA 48 p.
- Alcalá-Galván, C.H. 1995. Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. Capítulo 1: Origen geográfico y características biológicas. Patronato del Centro de Investigaciones Pecuarias del estado de Sonora A.C. Hermosillo, Son. México. pp. 9-14.
- Aldaco D., G. 2017. Caracterización morfológica de genotipos seleccionados del Grupo Elite II de zacate buffel para gestión de derechos de propiedad intelectual. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 85 p.
- Anderson, E.R. 1970. Effect of flooding on tropical grasses. Proceedings 11th int. Grassld Congr., Surfers Paradise, 591-4.
- Arcudia H., C.E. 2015. El régimen de protección jurídica de las obtenciones vegetales en México: propuestas para una mejor adaptación al sistema CUPOV. Revista La Propiedad Inmaterial. 19:89–112. DOI: <https://doi.org/10.18601/16571959.n19.05>.
- Arizona Interagency Ranch Technical Sub-Committee. 1973. Guide to Improvement of Arizona Rangeland (Vol. 58). University of Arizona, Cooperative Extension Service and Agricultural Experiment Station.
- Ayerza, R. 1981. El Buffelgrass: utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 139 p.
- Bashaw, E.C. 1985. Buffelgrass origins. In: E.C.A. Runge and J.L. Schuster (eds). Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agr. Exp.

- Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Service; U. S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service. College Station, Texas. MP-1575. pp. 6-8.
- Bogdan, A.V. 1997. Pastos tropicales y plantas forrajeras. AGT Editor, S.A. México, D.F. 461 p.
- Bray, R.A. 1978. Evidence for facultative apomixis in *Cenchrus ciliaris*. Euphytica 27:801-804.
- Brzostowski, H.W. 1962. Influence of pH and superphosphate on establishment of *Cenchrus ciliaris* from seed. Tropical Agric. 39(4): 289-296.
- Burson, B.L., J.M. Actkinson, M.A. Hussey and R.W. Jessup. 2012. Ploidy determination of buffel grass accessions in the USDA National Plant Germplasm System collection by flow cytometry. South African Journal of Botany 79: 91-95.
- CABI. 2014. *Cenchrus ciliaris*. In: Invasive species compendium. Wallingford, UK: CAB International. Consultado en julio 2022 en <http://www.cabi.org/isc/datasheet/14502>
- Cantú B., J.E. 1989. 150 gramíneas del norte de México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 116p.
- Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco. (CIPEJ). 1991. El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y su potencial forrajero en la Costa del Pacífico. Boletín CIPEJ. No.24.24p. Guadalajara, Jalisco, México.
- CONAGUA. 2018. Consultado en <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>
- Conde L.E., A.J. Saldívar F., F. Briones E. y J.C. Martínez G. 2011. Autopolinización en la producción de semilla de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Nota Técnica. Agronomía Mesoamericana 22 (1): 133-140.
- Cook, B.G., B. Pengelly, S. D. Brown, J.L. Donnelly, D.A. Eagles, M.A. Franco, J. Hanson, B. F. Mullen, I. J. Patrige, M. Peters and R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical forages: An interactive selection tool. (CD-ROM) CSIRO, DPI & F, CIAT and ILRI. Brisbane, Australia.
- Cox, J. R., M. H. Martin R., F.A. Ibarra F., J.H. Fourie, N.F.G. Rethman, and D.G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. J. Range Manage. 41:127-139.

- De La Barrera, E., and A. Castellanos E. 2007. High temperature effects on gas exchange for the invasive buffel grass (*Pennisetum ciliare* [L.] Link). *Weed Biology and Manage.* 7(2): 128-131.
- Dixon, R.M. and Coates, D.B. 2010. Diet quality estimated with faecal near infrared reflectance spectroscopy and responses to N supplementation by cattle grazing buffelgrass pastures. *Animal Feed Science and Technology* 158(3-4): 115-125.
- Flemons, K.F. and R.D. Whalley. 1958. Buffel Grass: *Cenchrus ciliaris* L. *Agricultural Gazette New South Wales* 69: 449-460.
- Fisher, W.D., E.C. Bashaw and E.C. Holt. 1954. Evidence for apomixis in *Pennisetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. *Agron. J.* 46:401-404.
- García C., A. 1991. Producción de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*), a diferentes frecuencias de alturas de corte en el municipio de Marín Nuevo León. Tesis Licenciatura. FAUANL. 26 pp.
- García D., G., L. Ramírez R, R. Foroughbakhch, R. Morales R. y G. García D. 2003. Valor nutricional y digestion rumial de cinco líneas apomícticas y un híbrido de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Téc. Péc. Méx.* 41: 209-218.
- García R., E. 2018. Determinación de las características de tallos e inflorescencias útiles para distinguir nuevas variedades de zacate buffel. Tesis. Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 72 p.
- Gómez M., S. 2009. Desarrollo de híbridos simples de reproducción sexual y determinación de su compatibilidad en cruza con variedades apomícticas de zacate buffel *Pennisetum ciliare* L. Tesis Doctorado. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 125-126 p.
- Gómez M., S., J. R. González D., M. Gómez M. y D. Aldaco G. 2016. Dinámica del desarrollo de inflorescencias en líneas experimentales de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). *Acta Fitogenética Vol 3:* 159. Sociedad Mexicana de Fitogenética. ISSN: 2395-8502.
- González D., J. 1991. Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. In: Memoria Séptimo Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. Ciudad. Victoria, Tamaulipas, México. p. 1-2.
- González D., J. 2002. El tizón del zacate buffel: Una nueva enfermedad que amenaza a los pastizales de las zonas semiáridas. *Boletín Divulgativo Especial. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.* 20 p.

- González D., J. R., S. Gómez M. y L. Pérez P. 1998. Componentes del rendimiento de semilla en híbridos apomícticos de *Cenchrus ciliaris* resistentes a *Pyricularia grisea*. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. SOMEFI. Acapulco, Guerrero p. 60.
- González D., J. R., S. Gómez M., J.M. Martínez R. y A.J. Hernández V. 2016. Características morfológicas de panículas del zacate buffel para distinción de variedades y gestión de derechos de propiedad intelectual. Acta Fitogenética. Vol. 3: 82. Sociedad Mexicana de Fitogenética. ISSN: 2395-8502.
- Gould, F. W. 1975. The Grasses of Texas. College Station, Texas. Texas A&M University Press.
- Griffa, S., Ribotta, A., López Colomba, E., Tommasino, E., Carloni, E., Luna, C., and Grunberg, K. 2010. Evaluation seedling biomass and its components as selection criteria for improving salt tolerance in buffelgrass genotypes. Grass and Forage Science 65(3): 358-361.
- Gutiérrez, O.R., Eguiarte, L.E., and Molina, F, F. 2009. Genotypic diversity among pasture and roadside populations of the invasive buffelgrass (*Pennisetum ciliare* L. Link) in north-western Mexico. Journal of Arid Environments 73(1): 26-32.
- Gutiérrez V., A.A. 2011. Establecimiento de 90 cruza triples de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) y digestibilidad in vitro de nueve variedades utilizadas como progenitores masculinos en las cruza triples. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. 74p.
- Hanselka, C.W. 1988. Buffelgrass South Texas Wonder grass. Rangelands 10: 279-281.
- Hanselka, C.W. y D. Johnson. 1991. Establecimiento y manejo de praderas de zacate buffel Común en el sur de Texas y en México. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.). Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamp. México pp. 54-55.
- Hernández V., A. J. 2016. La propiedad intelectual de nuevas variedades de *Pennisetum ciliare* L. con base en la caracterización morfológica. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 54 p.
- Holt, E.C. 1985. Buffelgrass-a brief history, In: E.C.A. Runge and J.L Schuster (eds.) Buffel grass: Adaptation, Management and Forage Quality. The Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Service; U.S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service College Station, Texas MP-1575. pp. 1-5.

- Houghton, J.T., L.G. Meira F., B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell. 1996. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Humphreys, L.R. 1967. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) in Australia. *Tropical Grasslands* 1(2): 123-134.
- Hussey, M. A. 1985. Buffelgrass breeding and evaluation for south Texas. In: Runge, E. C. A. and Schuster, J. L. (eds.). *Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium*. Texas Agr. Exp. Sta. MP1575. College Station, Tx. pp. 9-12.
- Ibarra F., F. 1994. A comparison of climatic and edaphic conditions at buffelgrass seeding sites in North America and at seed collection sites in Africa. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah. 109 p.
- Ibarra F., F., J. R. Cox y M. Martin R. 1991. Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate buffel en México y sur de Texas. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (eds) *Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP*. Cd. Victoria, Tamaulipas, México pp: 14-28.
- Ibarra F. F., M. Martin R. y A.R. Quero C. 2012. Gramíneas introducidas. Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos de México. *Pasto Buffel (Cenchrus ciliaris L. Link. Penisetum ciliare Lam.)*. 2da. Reunión Internacional conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. pp. 85-108.
- Ibarra F., F., J. R. Cox., M. H. Martin T. Crowl and C. A. Call. 1995. Predicting buffelgrass survival across a geographical and environmental gradient. *Journal of Range Manag.* 48 (1) 54-55.
- Koltunow, A.M., R. A. Bicknell and A.M. Chaudhury. 1995. Apomixis: molecular strategies for the generation of genetically identical seeds without fertilization. *Plant Physiol.* 108: 1345-1352.
- López A., F. 1982. Distribución del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Nuevo León, México. Características morfológicas de 17 colectas de Buffel en diferentes hábitats.
- López-Chuken, U. J. y López-Domínguez, U. 2015. Zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Un estudio sobre los efectos de pastoreo simulado y fertilización sobre su productividad y calidad nutritiva. GRIN Verlag. Consultado en julio 2022 en <https://www.grin.com/document/300540>

- López Z., V. J. 2004. Caracterización morfológica de retrocruzas BC1 e híbridos puente de zacate buffel (*Pennisetum ciliare*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 59 p.
- Loredo, O.C., López-Reyes, L., y D. Espinosa V. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una Revisión. *Terra Latinoamericana* 22(2): 225-239.
- Ludlow, M.M. 1980. Stress physiology of tropical pasture plants. *Trop. Grass.* 14:136-145.
- Marriott, S., and K.B. Anderssen. 1953. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). *Queensland Agricultural Journal* 76: 3-9.
- Marshall, V.M., Lewis, M.M., and B. Ostendorf. 2012. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A Review. *Journal of Arid Environments* 78: 1-12.
- Martín, M. H., J.R. Cox, and F. Ibarra F. 1995. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. *Journal of Range Manage.* 48(1): 60-63.
- Martínez P., D. 2017. Comportamiento de las líneas comerciales de zacate buffel de la mezcla Laredo cultivadas en maceta. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 36 p.
- Martínez V., J. 1996. Adaptación de zacate buffel de lugares altos en la región templada de Navidad, N. L. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 60 p.
- Mganga, K. Z., Musimba, N. K. R., Nyangito, M. M., Nyariki, D. M., Mwang`ombe, A.W. 2010. Improving hydrological responses of degraded soils in semi Arid Kenya. *Journal of Environmental Science and Technology* 3: 217-225.
- Mondragón P., A.M. y T. Ledezma P. 2009. Malezas de México. Vibrans, H. (ed). Ficha Técnica de *Pennisetum ciliare* L. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). Consultado en junio 2022 en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-ciliare/fichas/pagina1.htm>
- Neto, D. J., Silva, F. A. S., Furtado, D. A., y Matos, J. D. A. 2000. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 1867-1874.

- Ortega-Ochoa, C.D. 2012. El rol de los pastos en períodos recurrentes de sequía; retos y oportunidades en el manejo de pastizales. 2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. Zacatecas, México. pp.159-164.
- Osman, A. E., Makawi, M., and Ahmed, R. 2008. Potential of the indigenous desert grasses of the Arabian Peninsula for forage production in a water-scarce region. *Grass and Forage Science* 63(4): 495-503.
- Osuna R., O. M. 1986. Validación de nuevos materiales de zacate buffel bajo condiciones de temporal en Zaragoza, Coah. Centro de Investigación Agrícola del Noroeste (CIAN). *Avances de Investigación agrícola en zonas de riego y temporal*. pp. 141-142.
- Paull, C. J. and G. R. Lee. 1978. Buffel grass in Queensland. *Queensland Agric. Journal Australia* 104: 57-75.
- Pritchard, J. 1967. Apomixis in *Brachiaria decumbens* stapf. *Jour of Aus. INST. Agric.Sci.* 33: 264-265.
- Quiroga M., Grunberg K., Ribotta A., López C.E., Carloni E., Tommasino E., Luna C. and Griffa S. 2013. Obtaining sexual genotypes for breeding in buffel grass. *South African Journal of Botany* 88: 118-123.
- Robles S., R., O. Eichelmann B. y O. Alvarado A. 1990. Cultivo del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). En: R. Robles S. (ed.) *Producción de granos y forrajes*. Quinta edición. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 442-455.
- Rosales, R. 2000. Producción forrajera y dinámica del rendimiento en zacate panizo azul (*Panicum antidotale* Retz.) bajo fertilización y riego. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Ryan, J., Miyamoto, S., and Stroehlein, J.L. 1975. Salt and specific ion effects on germination of four grasses. *Journal of Range Manage.* 28(1): 61-64.
- Saini, M. L., Jain, P., & Joshi, U. N. 2007. Morphological characteristics and nutritive value of some grass species in an arid ecosystem. *Grass and Forage Science* 62(1): 104-108.
- Silva, T.C., Edvan, R.L., Macedo, C.H.O., Santos, E.M., Silva, D.S., and Andrade, A.P. 2011. Morphological and chemical composition of buffel grass at different heights of cutting and waste. *Revista Trópica: Ciencias Agrarias y Biológicas* 5(2): 30-37.
- Skerman, P.J. and Riveros F. 1990. Tropical grasses. FAO Plant production and protection paper No. 23. First Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 832p.

- SNICS (2020). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas. Derechos de obtentor de variedades vegetales, <https://www.gob.mx/tramites/ficha/titulo-de-obtentor-en-el-snics/SNICS3139>
- Snyder, L.A., A.R. Hernández, and H.E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. Bot. Gaz. 116: 209-221.
- Statistical Applied System. SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT 9.4 User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 5121 p.
- Townsend, P.A., M.A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R.H. Buolde meier and D.R.B. Stockwell. 2002. Future productions for Mexican faunas under global climate change scenarios. Nature 416:626-629.
- USDA. 2022. Classification for kingdom plantae. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation. USA. Consultado en <https://plants.usda.gov>
- Vaidya, S. M. and A. R. Mahab. 1988. Highlights of research on lodging resistance in cereals. Karnal India ICAR. All India Coordinated. Barley Improvement Project pp. 32-46.
- Ward, J.P., Smith, S.E., and McClaran, M.P. 2006. Water requirements for emergence of buffelgrass (*Pennisetum ciliare*). Weed Science 54(4): 720-725.
- Whyte, R.O., Moir, T.R.G. and Cooper, J.P. 1959. Grasses in Agriculture., FAO Agricultural Study No. 42. (FAO: Rome.).
- Williamson, J. and Pinkerton. J.L. 1985. Buffelgrass establishment. In: E.C.A. Runge and J.L. Schuster (eds). Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Service; U. S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service. College Station, Texas. MP-1575. pp. 25-29.
- Woodward, W. T. W. 1980. Performance of buffelgrass cultivars for South Texas. Texas Agricultural Experiment Station.